Aus der Ohren- und Kehlkopfklinik zu Rostock.

BEITRÄGE ZUR MORPHOLOGIE

DES

MENSCHLICHEN HAMMERS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT ROSTOCK

VON

REINHOLD BLOCH,

APPR. ARZT AUS FREIBURG IM BREISGAU.

MIT 2 DOPPELTAFELN UND 3 TEXTFIGUREN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1900.

Aus der Ohren- und Kehlkopfklinik zu Rostock.

BEITRÄGE ZUR MORPHOLOGIE

DES

MENSCHLICHEN HAMMERS.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER MEDICINISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

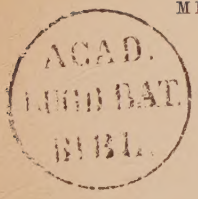
UNIVERSITÄT ROSTOCK

VON

REINHOLD BLOCH,

APPR. ARZT AUS FREIBURG IM BREISGAU.

MIT 2 DOPPELTAFELN UND 3 TEXTFIGUREN.



WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1900.

Druck von Carl Ritter in Wiesbaden.

MEINEM LIEBEN VATER.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552725_0155

In den Lehrbüchern der Anatomie finden sich überall ausführliche Angaben über die Entstehung und Entwicklung der menschlichen Gehörknöchelchen; auch in der Thierreihe hat die vergleichend-anatomische Forschung diese Gebilde genauer kennen gelehrt. Während auf letzterem Gebiete aber besonders durch die umfassenden Untersuchungen von Hyrtl[1]) und Doran[2]) ein gründliches Studium der knöchernen Elemente des Gehörapparates und ihrer Variationen in den einzelnen Thierclassen stattgehabt hat, ist speciell über die verschiedene Form und Gestaltung der menschlichen Knöchelchen in der Litteratur recht wenig zu lesen.

Die umfangreiche Sammlung von menschlichen Hämmern, Ambossen und Steigbügeln, über welche Herr Professor Körner verfügt, bot mir eine vorzügliche Gelegenheit, diese Verhältnisse zu untersuchen.

Die genannte Sammlung enthält neben etwa 200 pathologisch veränderten Gehörknöchelchen beinahe 300 normale. Die normalen stammen grösstentheils aus Raceschädeln. Beim Macerieren bleiben oft die Gehörknöchelchen in der Paukenhöhle liegen; ja bei unvollkommener Maceration hängen sie noch an vertrockneten Gewebstheilen fest. Sie lassen sich aus den Schädeln leicht mit der Pincette herausnehmen oder auch herausschütteln. Die Gehörknöchelchen aus Raceschädeln stammen grösstentheils aus den Schädelsammlungen und sind Eigenthum der anatomischen Institute in Göttingen und in Freiburg. Herr Professor Körner, und mit ihm ich, sind den Directoren der genannten Sammlungen, Herrn Geheimrath Professor Dr. Merkel und Herrn Hofrath Professor Dr. Wiedersheim, für die Ueberlassung dieses schönen Materials zur wissenschaftlichen Bearbeitung zu grossem Danke verpflichtet.

---

[1]) Hyrtl, J. Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845.

[2]) Doran, A. H. G. On the morphology of the mammalian ossicula auditus. Transactions of the Linnean society of London, 2d series Vol. I 1878.

Bei der Reichhaltigkeit des Materials und wegen der technischen Schwierigkeiten der Untersuchung konnte zunächst nur der Hammer in Angriff genommen werden.

Es wurden untersucht:

15	Hämmer	von neugeborenen	Deutschen
15	„	„ erwachsenen	„
18	„	„ Russen	
17	„	„ Negern	
8	„	„ Zigeunern	
6	„	„ Tataren	
5	„	„ Aegyptern.	

Ausser diesen sind in der genannten Sammlung noch Hämmer von nicht wenigen andern Völkertypen vorhanden, doch kommen davon nur je 1 bis 4 Stück auf den einzelnen Typus, Zahlen, die zu klein sind, um zur Ermittelung von Raceunterschieden brauchbar zu erscheinen.

Da es sich darum handelte, auf Grund der vorliegenden Sammlung von Hämmern verschiedener Racen herauszufinden, ob innerhalb ein und derselben Art eine gewisse Constanz im „Habitus" des Knöchelchens besteht und wie sich in dieser Hinsicht die einzelnen Racen gegenseitig verhalten, ob ferner Unterschiede zwischen linker und rechter Seite bestehen u. s. f., so war zur Feststellung dieser eventuellen — voraussichtlich sehr feinen — Nuancen an eine Untersuchung des Hammers in seiner geringen natürlichen Grösse nicht zu denken. Zur Vergrösserung der kleinen Gebilde konnten zwei Methoden in Betracht kommen: die photographische Vergrösserung und die Projection mit nachfolgender Zeichnung.

Auf Herrn Professor Körner's Rath wurde die letztere gewählt, und sie hat sich, wie die folgenden Auseinandersetzungen zeigen werden, gut bewährt.

Es entstand zuvörderst die Schwierigkeit, die Hämmer genügend zu fixieren, um sie zur Projection mit einem kleinen Skioptikon geeignet zu machen. Wir versuchten zunächst, eine Anzahl von Hämmern neben einander auf einer Glasplatte zu fixieren. Es wurden die Hämmer mittelst verschiedener Klebemittel (Gummiarabicum, Tischlerleim, „Syndeticon", Damara-Harz) auf die Glasplatten derart aufgeleimt, dass der Hammerkopf und der Processus Folii auf die Platte fixiert waren, während der Griff $^1/_2$ bis $^3/_4$ Millimeter über der Unterlage parallel frei schwebte. Durch diese Lagerung sollte erreicht werden, dass die Hämmer — es wurden stets mehrere, bis zu zehn, zugleich fixiert —

in allen ihren Theilen möglichst in einer Ebene lagen und so gedreht waren, dass der Winkel zwischen Hammerhals und Manubrium in seiner ganzen Grösse zur Darstellung kam. Die Fixation mit den erwähnten Mitteln war eine recht gute, doch störten bei der Projection farbige Dispersionskreise, welche an den Klebestellen auftraten, die Contouren verzerrten und eine scharfe Einstellung fasst unmöglich machten.

Nur beim Damara-Harz trat dieser Missstand nicht hervor, wohl aber ein anderer. Wegen der zur Verflüssigung des auf die Platte aufgelegten Harzkörnchens nöthigen Erwärmung können nämlich nur wenige (zwei bis vier) Hämmer gleichzeitig angebracht werden, da nach der (mit der Erstarrung beendeten) Fixation eines Knöchelchens dieses durch die für die Fixation des folgenden nothwendige Erwärmung einer wenige Centimeter davon entfernten Stelle wieder aus seiner Lage verschoben wird; man muss dann mit den Fingern oder zwei Pincetten beide Hämmer in ihrer richtigen Lage so lange zu erhalten suchen, bis der Harztropfen erkaltet ist — ein ebenso mühsames wie zeitraubendes Unternehmen. Aus diesen Gründen gaben wir die Fixation mehrerer Hämmer auf einer Glasplatte zur Zeichnung in einem Bilde auf. Jeden einzelnen Hammer auf eine besondere Platte zu leimen, erschien uns zu umständlich, da wir eine bequemere Fixationsmethode für einzelne Knöchelchen fanden. Wir fassten den Hammer mit einer sehr feinen Klemmpincette in der Mitte des Griffes so, dass die durch die Schenkel des Hammerwinkels gelegte Ebene möglichst genau in die Mitte zwischen die beiden haltenden Arme der Pincette kam. So wurde der Hammer in die Bildkammer des Skioptikons gebracht und durch Einstechen des andern Endes der Pincette in einen aus einer rohen Kartoffel geschnittenen Cubus derart fixiert, dass im Bilde auf einem an der Wand befestigten Carton der für das Augenmass grösste Hammerwinkel zum Ausdruck kam. Nach der möglichst genauen Einstellung wurde das auf den Carton projicierte Bild dort mit dem Bleistifte scharf umrissen.

Die Grösse des Projectionsbildes lässt sich natürlich beliebig variiren. Wir wählten meist eine zehn- bis sechszehnmalige Vergrösseruug, die uns für die später zu schildernden Messungen genügte und dabei noch eine scharfe Einstellung ermöglichte.

Gleich bei der Durchmusterung einer mit Projection gewonnenen Gruppe von 15 deutschen Neugeborenen-Hämmern machte sich eine nicht a priori zu erwartende Erscheinung bemerklich, nämlich eine recht grosse Verschiedenheit der einzelnen Gebilde in ihrem ganzen Habitus. Der Kopf ist bald schmächtig, bald dick, häufig weit nach hinten (seltener

nach vorn) ausgebraucht (Fig. 1, 2 und 3); der Hals meist breit, seltener am Uebergang in den Kopf schlank; weiter ein durchschnittlich breiter, sich nicht weit ausladener Processus brevis, welcher sich in stark stumpfem Winkel vom Halse erhebt. Das Manubrium ist in der Regel dick, plump, manchmal aber auch schmal; seine Richtungslinie präsentirt sich gerade oder in verschieden starker Krümmung nach hinten (Fig. 2, 3, 4).

Die Entfernung von der Spitze des kurzen Fortsatzes nach der äusseren oberen Kopfperipherie ist beiläufig ebenso gross als diejenige von der unteren Peripherie des Griffes zur Spitze des Processus brevis. Unterschiede zwischen linker und rechter Seite sind nicht erkennbar.

Eine Gesetzmässigkeit ist also, was das äussere Ansehen, die Schlankheit oder Plumpheit des ganzen Knochens beim Neugeborenen betrifft, nicht festzustellen. Sicherlich hätte die Anzahl der Hämmer genügt, etwa vorhandene Constanzen erkennen zu lassen.

Bemerkt sei noch, dass die Knöchelchen zuerst nach der Glasplatten-Methode in fünf- bis sechsfacher Vergrösserung, sodann mit der zweiten (Pincetten-)Methode zehn- bis zwölffach vergrössert zur Darstellung gelangten.

Mit einiger Spannung durfte man den Resultaten der Untersuchung von 15 erwachsenen Deutschen entgegensehen. Und hier ergiebt sich, dass die Variation bei Weitem nicht so gross ist als beim Neugeborenen-Hammer; der Kopf ist durchgehends schlanker, der Hals enger, der Processus brevis schärfer markirt, nicht selten weit nach aussen gelegen (Fig. 5, 6, 7). Der Griff ist schlank, gut gekrümmt, (meist nach hinten, seltener nach vorn) convex oder gerade. Alle die genannten Eigenschaften sind ziemlich scharf charakterisirt und in der Mehrzahl vorhanden, so dass man mit gewisser Berechtigung dieses oder jenes Knöchelchen aus der Gruppe herausnehmen und es als Typus des deutschen Hammers (bei Erwachsenen) bezeichnen könnte.

Es ergiebt sich also gegenüber der ersten Gruppe hier das Vorherrschen einer bestimmten Form. Weshalb beim Neugeborenen eine solche nicht vorhanden ist, lässt sich mit Gewissheit nicht sagen, doch möchte ich vermuthen, dass die grosse Variante zum Theil ein Ausdruck der Entwicklungsstadien ist, zumal da einzelne Exemplare nicht genau dem Ende des 10. Fötalmonates entstammen.

Die weiteren Studien beziehen sich auf eine Anzahl Hämmern von verschiedenen Racen, von Völkern höherer und niederer Culturstufe, ganz verschiedenen Schädelbaues u. s. w. Bei der Beur-

theilung ihrer Hammergestalt waren zwei Gesichtspunkte zu berücksichtigen, erstens: sind bei ihnen Schwankungen wie beim Neugeborenen vorhanden, beziehungsweise herrscht ein gewisser Typus vor, wie beim erwachsenen Deutschen? sodann: wie verhalten sie sich insgesammt als Einheit gegenüber den bisher untersuchten Knöchelchen? Was den ersten Punkt betrifft, so lässt sich sagen, dass, soweit die Zahl der verwerthbaren Objecte einigermaassen gross war, in allen Racen auch „Racen-Hämmer" vorhanden sind, dass eine bestimmte Form in einer Gruppe stets wiederkehrt. Und die zweite Frage muss dahin beantwortet werden, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Abtheilungen bezüglich ihres Verhaltens zum Neugeborenen oder Deutschen recht auffällige sind.

Fast noch mehr als im gezeichneten — und nachträglich photographirten — Bilde, möchte ich behaupten, kommen diese feineren Unterschiede zum Ausdruck in dem Augenblicke, wo der Projectionsapparat seine Gegenstände entwirft, wo der Zuschauer etwa soeben einen Negerhammer gesehen und jetzt den eines Russen erblickt.

Um mit diesen die Gruppen der Racen-Knöchelchen zu beginnen, so finden sich bei denen der Russen folgende Characteristica: ein dicker Kopf, mittelbreiter Hals (Fig. 8, 9, 10), der Processus brevis bald spitz, bald breit; der Griff macht einen plumpen Eindruck und ist weder intensiv gekrümmt, noch streng gerade verlaufend (Fig. 11, 12, 13).

Eine kleine Abtheilung von sechs Tataren-Hämmern sieht den russischen sehr ähnlich, sie präsentiren sich ziemlich plump (Fig. 14, 15).

Eine „type par excellence" stellt der Neger-Hammer dar. Er bietet ganz auffallende Unterschiede zu den bisherigen Gruppen; so in die Augen springend ist seine Gestalt, dass es einem wenig geübten Auge, das nur einmal verschiedene Racenhämmer gesehen hat, schon gelingen kann, ihn im projicirten Bilde sofort zu erkennen. Wir finden einen schlanken, meist länglichen Kopf von schöner Rundung (Fig. 16, 17, 18), einen schmalen Hals, welcher den kurzen Fortsatz häufig in etwa 90 Grad weit nach aussen und spitz abgesetzt (Fig. 19, 20, 21).

Diese beiden Momente verleihen dem Negerknöchelchen im Verein mit der gleich zu beschreibenden Eigenart des Manubrium eine gewisse Zierlichkeit und schlanke Eleganz.

Der Griff, anfänglich ziemlich breit, verschmälert sich langsam und gleichmässig bis gegen die Mitte, verharrt sodann in mittlerer Constanz

bis zum unteren Ende, wo er meist eine ziemlich ausgesprochene Umbiegung mit der Concavität nach vorne macht (Fig. 17, 20, 22, 23).

Weiter fanden 8 Zigeuner-Hämmer Berücksichtigung; sie ergaben nicht diese Gesetzmässigkeit der Form untereinander; der Kopf ist ebenfalls schlank und lang, der Hals jedoch breiter als beim Neger (Fig. 24 und 25). Das Verhalten des Processus brevis ist nicht constant, das Manubrium theils gerade, theils wenig intensiv nach hinten convex. Unterschiede zwischen den 4 rechten und 4 linken zusammengehörigen Vertretern der Race waren nicht aufzufinden.

Wieder mehr Aehnlichkeit mit dem Neger-Hammer scheint der des Aegypters zu haben, doch dehnt sich sein Kopf häufig oben mehr in der Queraxe aus; Hals und Griff sind ebenfalls schlank (Fig. 26, 27, 28). Es waren leider nur fünf Exemplare vorhanden, eine Zahl, die zur richtigen Beurtheilung doch schon zu niedrig erscheint.

Im Vorausgegangenen ist schon wiederholt davon die Rede gewesen, dass der Griff des Hammers gerade oder mit Krümmung seiner Axe verläuft. Da uns hier wieder die Frage interessirte, ob dieser oder der andere Verlauf innerhalb einer Race vorwiege, wurde dieses Verhalten genauer untersucht. Die Ergebnisse sind in folgenden drei Tabellen zusammengestellt.

Die verschiedenen Formen des Griffes:

1. Gerade (Fig. 29).

Tabelle I.

	Race	gerade	(rechte	linke)
von 15	Neugeborenen	6	3	3
„ 18	Russen	2	1	1
„ 15	Deutschen	2	1	1
„ 8	Zigeunern	2	1	1
„ 5	Aegyptern	1	—	1
„ 17	Negern	—	—	—
„ 6	Tataren	—	—	—
von 84	Race-Hämmern	13	6	7

Also 13 gerade Hammergriffe unter 84, das sind 16,09 %, wobei den grössten Antheil die Neugeborenen haben mit 40 %; die Deutschen (Erwachsenen) sind nur mit 13,3 % betheiligt und die Neger weisen gar keine gerade Griffe unter 17 Exemplaren auf.

2. Convexität nach hinten gerichtet (Fig. 30).

Es finden sich mit nach hinten stehender Convexität des Griffes (Tabelle II):

Fig. 30.

Tabelle II.

	Race	hinten convex	(rechte)	(linke)
von 15	Neugeborenen	9	6	3
„ 18	Russen	15	8	7
„ 17	Negern	17	6	11
„ 15	Deutschen	12	6	5 (+1)
„ 8	Zigeunern	6	3	3
„ 6	Tataren	6	3	3
„ 5	Aegyptern	4	3	1
von 84	Race-Hämmern	69	35	33 (+1)

Diese Tabelle lehrt, dass die Neugeborenen-Hämmer zwar mit einer hohen Zahl, nämlich 60 %, an der zweiten Form des Griffes betheiligt sind, dass aber bei den Erwachsenen diese Zahl nicht proportional, sondern unverhältnissmässig rasch ansteigt, so beim Deutschen auf 80 % (gegenüber 13,3 %) und die Neger, welche mit der ersten Form gar nicht vertreten waren, sämmtlich, d. h. 100 % dieses Verhalten, des Manubrium darbieten; für sämmtliche Racen ergiebt sich der Durchschnitt von 82 %.

Ferner geht mit einiger Wahrscheinlichkeit daraus hervor, dass ein Ueberwiegen der rechtsseitigen Hämmer von dieser Griff-Form be-

steht, zumal wenn man berücksichtigt — was in der Tabelle nicht dargestellt werden kann — dass bei den Negerknöchelchen das Verhältniss merkwürdigerweise zwar umgekehrt, aber die Neigung zur Recurvation bei den rechtsseitigen eine intensivere ist.

Bemerkt sei noch, dass das linke Exemplar eines Deutschen-Hammers nicht absolut zuverlässig erscheint, indem das Ende des Manubrium leider abgebrochen war; es ist in der Tabelle mit (+ 1) bezeichnet.

3. Convexität nach vorne gerichtet (Fig. 31).

Die dritte Tabelle endlich zeigt, dass nur die Russen- und Deutschen-Hämmer an dieser seltenen Krümmungart des Griffes beitheiligt sind, und zwar ist es beide Male ein linkes Knöchelchen.

Fig. 31.

Tabelle III.

	Race	Convexität vorn	(rechts)	(links)
von 15	Neugeborenen	—	—	—
„ 15	Deutschen	1	—	1
„ 18	Russen	1	—	1
„ 17	Negern	—	—	—
„ 8	Zigeunern	—	—	—
„ 6	Tataren	—	—	—
„ 5	Aegyptern	—	—	—
von 84	Race-Hämmern	2 = 2,38 %	—	2

Vergleichend-anatomische Studien haben gezeigt, dass diese Form in gewissen Thierclassen nicht selten vorkommt[1]).

Unter den Ersten hat Hyrtl (l. c.) sich genauer über den Hammer-Winkel ausgesprochen; er sagt bei Besprechung des Knöchelchens,

[1]) Peters, O. Ueber das Os tympanicum und die Gehörknöchelchen der Schnabelthiere. Monatsberichte der Akad. der Wissenschaften, Berlin 1867.

dass sein dicker Hals mit dem Handgriffe einen Winkel von 150° bilde. Er erwähnt auch Unterschiede der Hammerformen bei den Affen der alten und neuen Welt und sagt dann in § 25 des citirten Werkes: „Der hier gewesene Winkel ist der Ausdruck für die Grösse der Abweichung des Griffes von der verticalen Ebene des Halses nach innen. Man muss noch einen zweiten Winkel unterscheiden, der durch die gleichzeitige Abweichung des Griffes von der verticalen Richtung nach vorn entsteht. Dieser hängt nicht von der Neigung des Trommelfells ab und unterliegt weit geringeren Verschiedenheiten. Bei den Wiederkäuern und Raubthieren ist er am ausgesprochensten." Wie Hyrtl die Winkel gemessen hat, ist nirgends ersichtlich.

Interessant ist nun, dass Doran (l. c.) denselben Winkel auf 140° angiebt und erwähnt, Hyrtl habe 150° gesagt, aber „er muss die Axe genommen haben". Doran beschreibt übrigens seine Methode der Messung ebenfalls nicht.

Von viel grösserer Bedeutung scheint mir aber noch, dass bei den Messungen, welche beide Forscher beinahe an sämmtlichen Hämmern der Säugethierclassen vorgenommen und veröffentlicht haben, nicht nur Ungenauigkeiten sich finden — eine Differenz, welche sich in einem constanten Minus von etwa 10° bei Doran gegenüber Hyrtl fände, hätte keine Bedeutung — sondern auch starke Widersprüche. So giebt Doran den Hammerwinkel bei Equus caballus auf 90°, Hyrtl auf 150° an, Ersterer den bei Elephas auf „ein klein wenig mehr als einen Rechten", Hyrtl auf 160°; anderseits bei den Chiropteren Doran den von Pteropus („bat") als stumpf, Hyrtl auf 90° an u. s. w.

Aus den Verschiedenheiten der Messungsergebnisse glaube ich den Schluss ziehen zu müssen, dass beide Gelehrte nicht die gleiche Methode der Untersuchung benutzt haben.

Auf Anfragen, die an solche Anatomen und Otologen ergingen, welche den Hammerwinkel nach Graden angegeben, aber ihre Messmethode nicht veröffentlicht hatten, hat nur Herr Dr. Kretschmann (Magdeburg) in liebenswürdigster Weise mir seine Art des Vorgehens mitgetheilt, welche er gelegentlich einer otologischen Studie[1]) gebrauchte. Kretschmann schreibt: „ich fixirte das Knöchelchen auf einen Carton mit Leim, die Gelenkfläche dem Papier zugekehrt, bezeichnete

[1]) Kretschmann. Fisteleöffnungen am oberen Pol des Trommelfells über dem Processus brevis des Hammers, deren Pathogenese und Therapie. Archiv f. Ohrenheilk. Bd. XXV, S. 170.

sodann mit einer Nadel das Ende des Handgriffs, die höchste Erhebung des Kopfes in der Richtung der Hammerhalsaxe, den Scheitel des Winkels, in welchem der Hammerhals den Griff trifft und den Punkt, wo die Basis des Processus brevis am Hammerhals beginnt. Letztere beiden Punkte verband ich durch eine Linie und zog auf die Mitte derselben von dem Punkt (Griffende) und dem anderen Punkt (Hammerkopf) je eine Linie auf diesen Mittelpunkt der kurzen Linie, welche die beiden am Hammerhals bezeichneten Punkte verband. So studirte ich den Winkel, dessen Mittel sich mit 140° ergab."

Ob einer der früheren Forscher auf dieselbe Weise gemessen hat, weiss ich nicht, finde es aber auffällig, dass Hyrtl, welcher, wie auch Kretschmann, die Axe genommen zu haben scheint, 150° herausbekommt. Jedenfalls geht aus all diesen Verschiedenheiten der Ergebnisse hervor, dass es einer einheitlichen Methode zu diesen Messungen bedarf. Zur ungefähren Schätzung des Winkels wäre die Kretschmann'sche Methode geeignet; da es sich aber bei unseren Untersuchungen um Wahrnehmungen von feineren Differenzen handelte, genügte die ungenaue und schwierige Messung an dem kleinen Objecte nicht. Es musste vielmehr eine Methode der Messung an dem stark vergrösserten Projectionsbilde des Hammers gefunden werden.

Die ersten Gedanken zur Lösung dieser Aufgabe gab Herr Professor Körner mir an die Hand, indem er von dem Grundsatze ausging, Linien zu construiren, welche mittelst ein für alle Male fixer Punkte constant erhalten werden könnten.

Fig. 32 stellt die von ihm vorgeschlagene, an einem Russen-Hammer ausgeführte Messungsmethode dar. Sie besteht darin, dass man zunächst zwei Tangenten legt, die eine von der Spitze oder dem äussersten Punkte des Processus brevis, S, nach der vorderen Kopfperipherie, t^1, die andere von demjenigen Punkte des Halses, welcher dessen kürzeste Entfernung vom Punkte S darstellt, O, nach der hinteren Kopfperipherie t^2; diese beiden Tangenten schneiden sich in B; durch Halbirung des Winkels OBS erhält man die Linie BD. Jetzt wird eine Tangente von O nach der hinteren und eine weitere von S nach der vorderen Circumferenz des Griffes gezogen, t^3 und t^4, welche sich in A schneiden; durch Halbirung des Winkels OAS erhalten wir die Linie AC, die den einen Schenkel des gesuchten Winkels darstellt, während DC den andern bildet. γ ist der Hammerwinkel, dessen Grösse durch Anlegen des Winkelmaasses bestimmt werden kann.

Aus Gründen, welche später erörtert werden sollen, entprach diese Methode (A) nicht allen Anforderungen. Es wurde daher nach einer vollkommeneren Art der Messung gesucht. Eine sehr einfache, nur leider ebenfalls nicht immer anwendbare Construction versuchten wir auf Vorschlag des Herrn Professor der Mathematik Dr. Staude. Derselbe rieth, genau wie bei erster Methode die vier Tangenten zu legen (Fig. 33) die Winkel α und β zu messen und daraus das Mittel für den Werth des gesuchten Hammerwinkel γ zu nehmen.

Zahlreiche Untersuchungen an verschiedenen Race-Hämmern zeigten, dass auch diese Construction (B) ihre Mängel besitze.

Ich war daher bestrebt, noch einen anderen Messungsmodus zu ersinnen, von der Ueberzeugung durchdrungen, dass nur eine solche Methode Anspruch auf allgemeine Verwendbarkeit erheben könne, welche bei der grossen Variabilität der Hammerumrisse diejenigen festen Punkte berücksichtigt, welche den erfahrungsgemäss geringsten Schwankungen ausgesetzt sind, beziehungsweise die Relation derselben am besten auszugleichen geeignet ist.

Die Methode C (Fig. 34) soll ein Versuch sein, diese Aufgabe zu erfüllen. Man zieht zur Construction des Hammerwinkels zunächst die Tangente t und errichtet auf ihr drei Senkrechte durch das Bild des Hammers:

1. im Berührungspunkte U,

2. von der Spitze des Processus brevie S aus und

3. durch denjenigen Punkt des hinteren Hammerwinkels, welcher der schmalsten Stelle des Hammerhalses entspricht (ON). Hierauf werden die in das Hammerbild fallenden Theile aller drei Senkrechten halbirt und so die Punkte A, B, C erhalten. Es wird alsdann der Halbirungspunkt A mit den beiden anderen B und C verbunden, wobei die Linie AB bis zum Schnittpunkte mit der Senkrechten SR zu verlängern ist (Punkt B'). Nun wird ein Parallelogramm BFCE construirt, indem man FB auf CB' abträgt und den Endpunkt E der abgetragenen Strecke mit B verbindet. In dem Parallelogramm werden die Diagonalen gezogen und ihr Schnittpunkt H mit A und mit dem Berührungspunkte der Tangente t, D verbunden. H ist dann der Scheitelpunkt, HA und HD sind die Schenkel des gesuchten Winkels.

Die Methode giebt, wie wir sehen werden, recht gute Resultate.

Während ich mit Messungen nach eben beschriebener Art beschäftigt war, hat Herr Professor Körner noch zwei Constructionen

erdacht und mir gütigst zur Anwendung überlassen. Sie beruhen auf dem gleichen Princip und gestalten sich folgendermaassen (Fig. 35):

Punkte A und B werden durch Tangente festgelegt, sodann in diesen beiden Punkten die Senkrechten AA' und BB' errichtet; in SC wird die kürzeste Linie von der Spitze des kurzen Fortsatzes nach der engsten Stelle des Halses am hinteren Hammerumrisse dargestellt. Werden nun die drei Senkrechten halbirt und ihre Halbirungspunkte a, c, b miteinander verbunden, so ist

ac die Axe der oberen,
bc die Axe der unteren Hammerhälfte und
Winkel bca $= \gamma$ (A) der Hammeraxenwinkel,
Winkel BCA $= \gamma$ der Hammerwinkel.

Es standen uns somit vier beziehungsweise fünf Methoden zur Messung des Hammerwinkels zur Verfügung; als Sieger im Wettstreit konnte nur diejenige hervorgehen, welche ceteris paribus die gleichmässigsten und — soweit sich dies beurtheilen lässt — richtigsten Lösungen lieferte.

Um die Leistungen der Constructionen zu erproben, wurden die Hammerwinkel sämmtlicher 84 Knöchelchen mit allen fünf Methoden gemessen, also 420 Constructionen ausgeführt, wozu noch eine Anzahl Controlversuche kommen, die den Zweck verfolgen, die Brauchbarkeit dieser oder jener Methode bei den verschiedenen Fixirungsarten des Objectes zu erproben.

Tabelle IV enthält die Durchschnittszahlen von 15 Hammerwinkelmessungen beim Neugeborenen.

Tabelle IV.

Linke Hämmer. Neugeborene (Deutsche).

	Methoden				
	a	b	c	d	e
Mittelwerth bei Pincetten-Methode	125,89°	125,05°	135,11°	126,66°	134°
Mittelwerth b. Glas|latten-Methode	128°	127,41°	135,11°	128,46°	135,25°

Rechte Hämmer. Neugeborene.

Mittelwerth bei Pincetten-Methode	128,4°	128,33°	137,1°	131,8°	135,4°
Mittelwerth b. Glasplatten-Methode	129,37°	131,61°	137,73°	132,2°	136°

Methode:	a	b	c	d	e
Gesammt-Mittel von linken u. rechten (Pincetten-Methode).	127,5°	126,69°	136,1°	129,93°	134,5°

Gesammt-Mittel der Methoden (a—e) { linke: 129,34° / rechte: 132,2°. } zusammen 130,77°.

Der Winkelwerth schwankt nach dieser Tabelle beim Neugeborenen zwischen 125° und 137° nach den verschiedenen Methoden; dabei hat sich die überraschende Thatsache herausgestellt, dass — und zwar bei allen fünf Untersuchungsarten — die Maasse für die rechten Hämmer grösser sind, als für die linken.

Ferner bieten die Messungsergebnisse einen Prüfstein für die Brauchbarkeit der Untersuchung mit Hülfe der Projection, indem die Differenzen in der Winkelgrösse bei „Pincetten- und Glasplatten"-Methode sehr geringe sind; sie betragen meist 1—3°, zuweilen nur Decimalstellen, bei Methode c der linken Knöchelchen sogar 0° und beweisen somit, dass es mit Hülfe der „Pincetten"-Einstellung möglich ist, dieselbe Genauigkeit bezüglich der richtigen Lage der projicirten Bilder zu erzielen wie mittelst der langwierigen Platten-Anordnung.

Hatten wir bei Durchmusterung der einzelnen Hämmer schon Verschiedenheiten und Eigenheiten bestimmter Racen feststellen können, so stand von vornherein zu erwarten, es würden unter Anwendung derartig feiner Untersuchungsmethoden auch zum Wenigsten Verschiedenheiten im Hammerwinkel sich nachweisen lassen. Inwieweit das zutrifft, lehren die folgenden Tabellen.

Tabelle V.

Hammerwinkel beim erwachsenen Deutschen.

	Methoden				
	a	b	c	d	e
a) linke Hämmer: Mittelwerth . .	120,75°	121,44°	130,06°	124,25°	132°
b) rechte Hämmer: Mittelwerth . .	125,67°	126,25°	134,83°	129,5°	135,83°
Dazu ein Deutschen-Knöchelchen unbekannter Herkunft	131°	131°	142°	134°	143°

Gesammt-Mittel der Methoden (a—e) { linke: 125,7° / rechte: 130,41° } zusammen 128,05°.

Fünf Paare zusammengehöriger linker und rechter Deutschen-Hämmer ergaben folgende Maasse in Mittelwerthen:

Methoden									
a		b		c		d		e	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
121,4°	122,2°	122°	124,3°	131,5°	133,6°	125,6°	128,6°	133,4°	134,8°

Gesammt-Mittel linke: 126,7°, rechte: 134,84°.

Tabelle VI.

Hammerwinkel beim Russen.

	Methoden				
	a	b	c	d	e
a) linke	125,57°	126,17°	136,85°	130,7°	137,71°
b) rechte	126,9°	128,4°	137,9°	129,9°	138,7°

Gesammt-Mittel der Methoden (a—e) { linke: 131,4° / rechte: 132,36° } zusammen 131,88°.

Sechs Paare zusammengehöriger linker und rechter Russen-Hämmer in ihren Mittelwerthen:

Methoden									
a		b		c		d		e	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
127,16°	126,16°	127,7°	126,71°	137,71°	137,71°	132,5°	128,3°	138,83°	138°

Gesammt-Mittel linke: 132,78°, rechte: 133,37°.

Tabelle VII.

Hammerwinkel beim Neger.

	Methoden				
	a	b	c	d	e
a) linke	128,45°	127,41°	137,27°	131,64°	135,18°
b) rechte	126,5°	125,52°	135,5°	129,33°	135,67°

Gesammt-Mittel der Methoden (a—e) { linke: 131,99° / rechte: 130,5° } zusammen 131,25°.

Tabelle VIII.

Hammerwinkel beim Zigeuner.

(4 Paare zusammengehörige linke und rechte.)

Methoden									
a		b		c		d		e	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
122,22°	126,75°	122,37°	130,12°	134°	139°	129°	131°	135,5°	138°

Tabelle IX.

Hammerwinkel beim Tataren.

	Methoden				
	a	b	c	d	e
a) linke	121,33°	122,18°	132,83°	126,66°	134,66°
b) rechte	123°	123,18°	137°	132°	137,33°

Gesammt-Mittel linke: 127,53°, rechte: 130,5°, zusammen 129,01°.

Tabelle X.

Hammerwinkel beim Aegypter.

	Methoden				
	a	b	c	d	e
a) linke	126,5°	126,5°	141,75°	130°	138°
b) rechte	130°	130,5°	137°	130,33°	135,33°

Gesammt-Mittel linke: 132.55°, rechte 132,63°, zusammen 132,59°.

Tabelle XI.

Uebersicht über die Hammerwinkelgrösse sämmtlicher Racen.

1. Mit Ausnahme der Neugeborenen:

Mittelwerthe der Methoden									
a		b		c		d		e	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
124,13°	125,55°	124,34°	126,86°	135,46°	136.87°	128,71°	130,34°	135,5°	136,81°

	Methoden				
	a	b	c	d	e
linke und rechte . . .	124,84°	125,6°	134,16°	124,52°	136,18°

2. Mit Einschluss der Neugeborenen:

Mittelwerthe der Methoden									
a		b		c		d		e	
l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.	l.	r.
125,01°	126,97°	125,87°	129,23°	135,28°	137,3°	127,68°	131,07°	134,75°	136,1°

	Methoden				
	a	b	c	d	e
linke und rechte . . .	125,99°	127,55°	136,29°	129,37°	135,42°

Tabelle XII

enthält eine Zusammenstellung der **Winkelmaasse von allen linken und rechten Racehämmern** nach Methoden (a—e).

Race	Methoden				
	a	b	c	d	e
1. Neugeborene	127,5°	126,69°	136,1°	129,33°	134,5°
2. Deutsche	123,21°	123,84°	132,44°	126,87°	133,91°
darunter zusammengehörige . . .	121,8°	123,15°	132,55°	127,1°	133,91°
3. Russen	126,23°	127,8°	137,37°	130,3°	138,2°
darunter zusammengehörige . . .	126,66°	127,2°	137,71°	130,4°	138,41°
4. Neger	127,47°	126,46°	136,38°	130,48°	135,42°
5. Zigeuner	124,48°	126,24°	136,5°	130°	136,7°
6. Tataren	122,16°	122,68°	134,91°	129,33°	135,99°
7. Aegypter	128,25°	133,75°	139,37°	130,16°	136,67°

Tabelle XIII

giebt eine Uebersicht über die Zahlenwerthe in den einzelnen Racen nach den angewendeten Methoden.

Methode	Neugeborene	Deutsche	Russen	Neger	Zigeuner	Tataren	Aegypter
a	127,5°	123,21°	126,23°	127,47°	124,48°	122,16°	128,25°
b	126,69°	123,84°	127,8°	126,46°	126,24°	122,68°	133,75°
c	**136,1°**	**132,44°**	**137,37°**	**136,38°**	**136,5°**	**134,91°**	**139,37°**
d	129,33°	126,87°	130,3°	130,48°	130°	129,33°	130,16°
e	134,5°	133,91°	138,2°	135,42°	136,7°	135,99°	136,67°

Tabelle XIV

berücksichtigt die **Maximal- und Minimalwerthe des Hammerwinkels** in den einzelnen Racen bei Anwendung der Methode c.

Race	Maxima	Minima
Neugeborene Deutsche	142°	127°
Erwachsene Deutsche.	138°	128°
Russen	146°	131°
Neger	143°	131°
Zigeuner	144°	132°
Tataren	138°	128°
Aegypter	142°	135°

Was lehren all diese Zusammenstellungen? Erstens: Es bestehen Verschiedenheiten der Grösse des Hammerwinkels in den einzelnen Racen, derart, dass zwar keine bestimmte Grösse für eine jede derselben nachgewiesen werden kann, jedoch eine gewisse Constanz; der Hammerwinkel des Neugeborenen-Deutschen ist relativ gross, das heisst sehr stumpf und hält sich auf gleicher Höhe mit dem der Zigeuner, Tataren und Neger, während er übertroffen wird von dem der Russen und Aegypter und anderseits nicht erreicht von dem des erwachsenen Deutschen.

Zweitens: Es übertrifft der Winkelwerth aller rechter Hämmer den der linken in sämmtlichen Racen und, was von Bedeutung ist, in beinahe allen Fällen für jede der fünf Constructions-

arten. Eine Ausnahme machen die Neger, welche ein geringfügiges Ueberwiegen der linken Winkelwerthe über die rechten aufweisen.

Drittens: Man ersieht daraus, dass die Winkelgrösse innerhalb einer Race nach den verschiedenen Methoden Schwankungen bis zu 15° und mehr unterworfen ist, dass aber bei Anwendung einer Methode in einer Race diese Unterschiede geringer werden (2—12°, bei Hämmern ein- und derselben Seite 2—8°), endlich, dass — entgegen den bisherigen Untersuchungen — die Grösse des Hammerwinkels bei Berücksichtigung aller Methoden keine so bedeutende ist, wie sie von Hyrtl angegeben wurde; denn das höchste gefundene Durchschnittsmaass beim Deutschen betrug (nach Methode e) 133,91°, für den Methodendurchschnitt nur 128,05°, beim Aegypterhammer — dieser weist mit allen Methoden den Maximalwerth auf — 139,37°. Werthe von 150° (Hyrtl) sind, trotz Anwendung einer Axenwinkelmessung, nicht gefunden worden.

Zur Kritik der Methoden.

Die Methode A ist eine recht angenehme, im Allgemeinen leicht ausführende Construction, indem sie sich an immer vorhandene, feststehende Theile des Hammerumrisses anlehnt. Allein gerade dieser Umstand, so wünschenswerth an sich, macht sie für manche Fälle umständlich in der Ausführung und ungenau im Resultate. Wie früher ausgeführt, benutzt diese Methode den Processus brevis als festen Punkt, um von hier aus und von dem weiter fixirten Punkte O (Fig. 36) Tangenten an die vordere und hintere Kopfperipherie zu legen. Diese Umrisse stellen sich aber in 10 bis 15 facher Vergrösserung nicht als gleichmässig gekrümmte Linien einer mathematischen Figur dar, sondern sie sind bald hier bald dort, oft mehrfach vorgewölbt, so dass eine vom Punkte O oder P gezogene Tangente je nach individueller Gestaltung des Hammerkopfes einen ganz verschiedenen Verlauf nehmen und somit dem Hammerwinkel einen verschiedenen Werth verleihen kann, was in der That häufig der Fall ist. Man erhält dann öfters zwei Grössen für den Winkelgrad und hat die Wahl zwischen einer derselben.

Ich bin der Meinung, dass in denjenigen Fällen, wo zwei Zahlenwerthe notiert werden, die höhere Zahl als richtig anzusehen und für die Statistik zu verwenden ist, da mir solche Ausbuckelungen am Kopfe nicht befähigt erscheinen, für den Winkelwerth bestimmend einzuwirken. Wo die Differenzen übrigens nur 2°—4° betrugen, habe ich das Mittel aus Beiden genommen. Wäre jedesmal bei Vorsprüngen dieser Art die

Tangente an sie gelegt worden, so hätten wir bei dieser Methode Hammerwinkel von 110°—120° erhalten —, Maasse, die sowohl den bisher angenommenen als auch besonders denen der andern Methoden (mit Ausnahme von B) Hohn gesprochen haben würden.

Ein weiterer Nachtheil dieser Untersuchungsweise ist in der Wahl des Punktes O zu suchen. „Der Punkt, welcher der kürzesten Entfernung des Processes brevis vom Halse entspricht", liegt ja ganz variabel einmal hoch gegen den Kopf, dann wieder weiter herunter gegen den Griff — häufig sind auch zwei Punkte O vorhanden! —; von seiner Lage ist aber auch die des Scheitels vom Hammerwinkel in der Hauptsache abhängig; folglich liegt dieser bald hier bald dort, oft nicht an der richtigen Stelle. Endlich stellt einen ökonomischen Nachtheil des Verfahrens die Thatsache dar, dass die beiden oder beide Paare von Tangenten sich erst sehr spät schneiden (zuweilen im Unendlichen) und eine grosse Papierfläche zu ihrer Vereinigung oder eine andere Construction erfordern (Fig. 36).

Von Methode B gilt beinahe alles eben Gesagte: ihre Ergebnisse sind zu sehr von den Vorsprüngen, der Breite des Fortsatzes etc. abhängig; dabei wird durch die Lage der vorderen Tangente die Richtung des Kopfes plus Halses eine falsche (wie auch bei A), weil sich Letzterer sozusagen in Ersteren als schmaler Theil einkeilt und dem breiteren Mittelstück in wechselnder Weise aufsitzt. Die Maasse sind aus diesen Gründen durchweg klein und nicht constant. Dass übrigens, wie der Leser vielleicht bemerkt hat, die Winkelgrösse bei diesen beiden Methoden meist nur geringe Unterschiede zeigt, liegt in ihrer Natur begründet: die eine construiert das Mittel geometrisch (durch Halbierung des von den beiden Tangenten gebildeten Winkels), die zweite (misst die von den Tangenten gebildeten Winkel und) findet das Mittel durch algebraische Berechnung.

Alle erwähnten Missstände beseitigt fast völlig Methode C. Durch Anlegen von zwei Tangenten-Senkrechten an Kopf und Hals wird hier eine gewisse Gleichmässigkeit erzielt, dabei den Umrissen, soweit sie für die Winkelbestimmung in Frage kommen, Rechnung getragen. Die Lage des Winkels wird durch Festlegung seines Scheitelpunktes (Fig. 34, H) garantiert, die Breite des Hammers in Höhe des Processus brevis, welche auf den Winkelwerth einen entschiedenen Einfluss hat, genügend berücksichtigt. Ferner ist durch Führung der den Verlauf des Manubrium darstellenden Linie (HD) nach dem hinteren Griffende (D) die letzte,

meist vorhandene Recurvation des Endes ausgeschaltet. Sie gehört ja nicht zu den die Winkelgrösse bedingenden Factoren.

Als einen beinahe mathematischen Beweis für die Brauchbarkeit dieses Verfahrens C möchte ich, in Erinnerung an das im Anschluss an Tabelle IV Gesagte, anführen, dass nur diese Methode bei Untersuchung des Winkels linker Neugeborenen-Hämmer eine völlige Congruenz für die „Pincetten" — und „Glasplatte" — Anordnung der gleichen Objecte ergab (beide Male die Zahl 135,11 ^{0}, recherseits 137,1 ^{0} und 137,73 ^{0}), während alle andern Constructionen grössere Differenzen aufwiesen.

Und endlich findet sich bei den Russen die theilweise (für die zusammengehörenden Exemplare eines Schädels) Umkehrung des Satzes vom Ueberwiegen der rechten Hammerwinkelwerthe über die linken bei allen Methoden mit Ausnahme der vorliegenden; sie giebt gleiche Maasse (137,1 ^{0}—137,1 ^{0}).

Bei Methode D, welche zuverlässige Ergebnisse aufweist, wird die Axe genommen, und zwar eine ideale Axe, wie sie einem mathematischen Gebilde zukommt; ihre Wahl scheint mir für Hals und Kopf in den meisten Fällen (nicht beim Neugeborenen) angängig, nicht aber für den Griff, weil sie meist einen Punkt am Ende des Manubrium trifft (Fig. 35, b), welcher schon im Bereiche der Recurvation gelegen und deshalb für Benutzung zum Winkelwerth nicht einwandsfrei erscheint.

Methode E endlich ist für alle Fälle brauchbar, giebt aber um deswillen einheitlich ungenaue Resultate, weil sie die Breite (Dicke) des Hammers am Halse überhaupt nicht berücksichtigt (keine Messungslinie geht durch den Processus brevis!), die erhaltenen Maasse stimmen mit denen der Methode C häufig überein, oder es besteht eine Differenz.

Von den bei Projection der Knöchelchen geübten Verfahren nimmt Methode C einen hervorragenden Platz ein. —

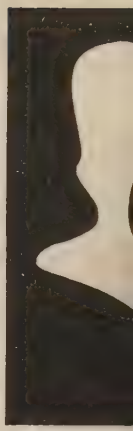
Vorliegende Untersuchungen haben keine practisch bedeutenden Gesichtspunkte geliefert; sie sollen dazu bestimmt sein, eine vorhandene Lücke auf einem nicht häufig betretenen Gebiete auszufüllen. Einige positiven Funde haben sie aber doch gebracht, als deren besonders wichtigen ich die Thatsache hinstellen möchte, dass der Winkel des rechten Hammers stets grösser ist als der des linken. Ob diese Erscheinung in ursächlichem Zusammenhange mit den durch Professor Körner's Untersuchungen ermittelten Asymmetrieen zwischen beiden Schläfenbeinen steht, vermag ich nicht zu übersehen.

Ich möchte aber auch eine praktische Folgerung aus meinen Untersuchungen ziehen, welche vielleicht auch weitere Kreise zu berücksichtigen für geeignet halten werden: ich möchte vorschlagen, dass Forscher, die sich mit derartigen Messungen von Winkeln an Knochen, zum Beispiel am Femur, befassen und ihre Resultate veröffentlichen, auch ihr zur Messung benutztes Verfahren angeben; denn wir haben am Hammer gesehen, wie schwierig die Winkelmessung an Knochen ist und dass die Widersprüche zwischen den Autoren, welche ihre Messmethode nicht angeben, unlösbar sind.

Es ist mein dringendes Bedürfniss, Herrn Professor Dr. Körner für die Ueberweisung des Themas, die Ueberlassung des seltenen, werthvollen Materiales und die Erlaubniss zur Benutzung aller einschlägigen Hülfsmittel in seiner Klinik und in seinem Hause, woselbst er mir manchen Abend mit Rath und That zur Seite stand, auch an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Neugeborene Deutsche.

1. 2. 3. 4.



Russen.

8. 9. 10. 11.

Neger.

16. 17. 18. 19. 20.

Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

rwachsene Deutsche.

6. 7.

Tataren.

14. 15.

13.

Aegypter.

26. 27. 28.

21. 22. 23.

Zigeuner.

24. 25.

Lith. de A. [illegible] Kl. [illegible] Lon. 24

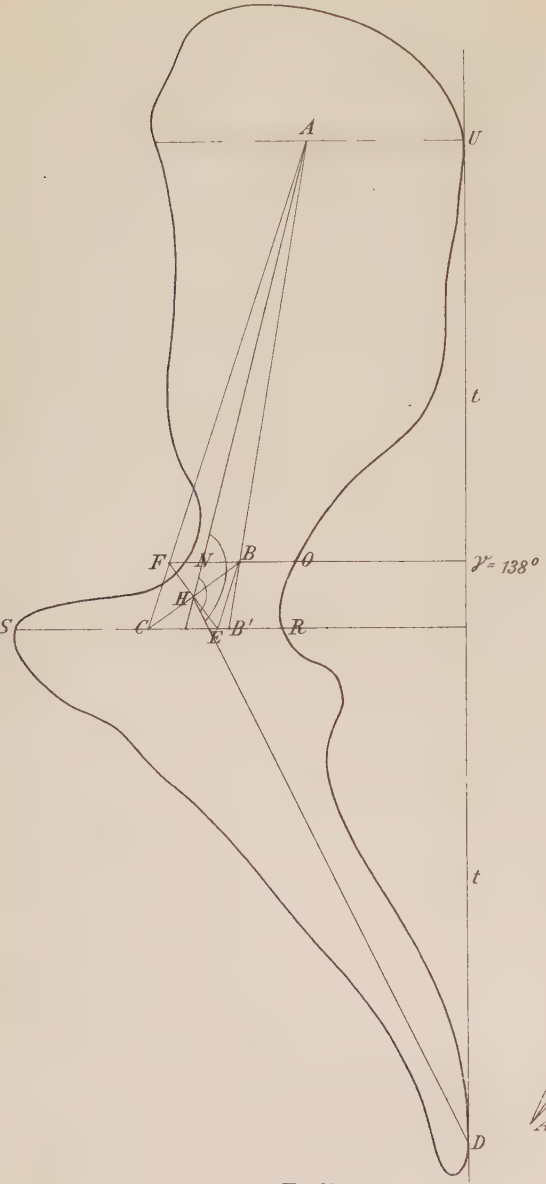


Fig. 34.

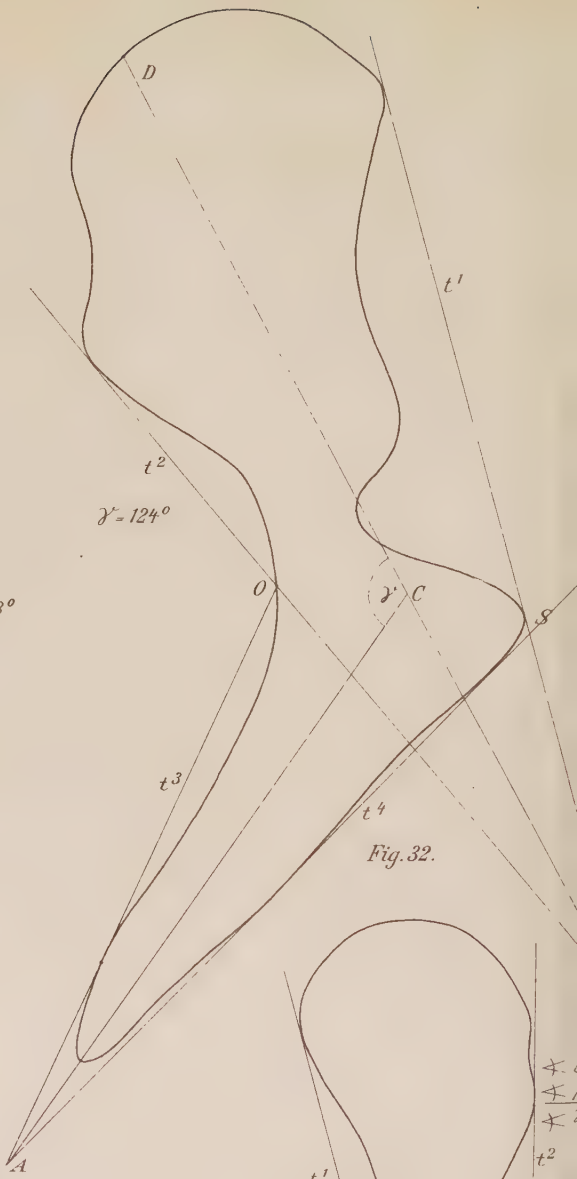


Fig. 32.

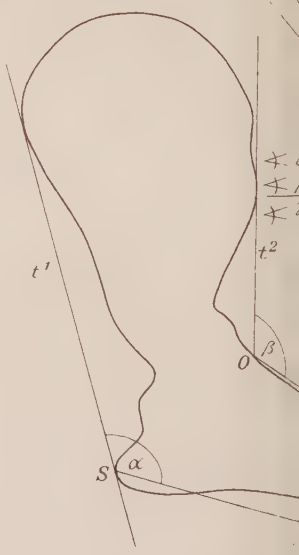


Fig. 33.

Verlag von J.F. Bergmann, Wiesbaden

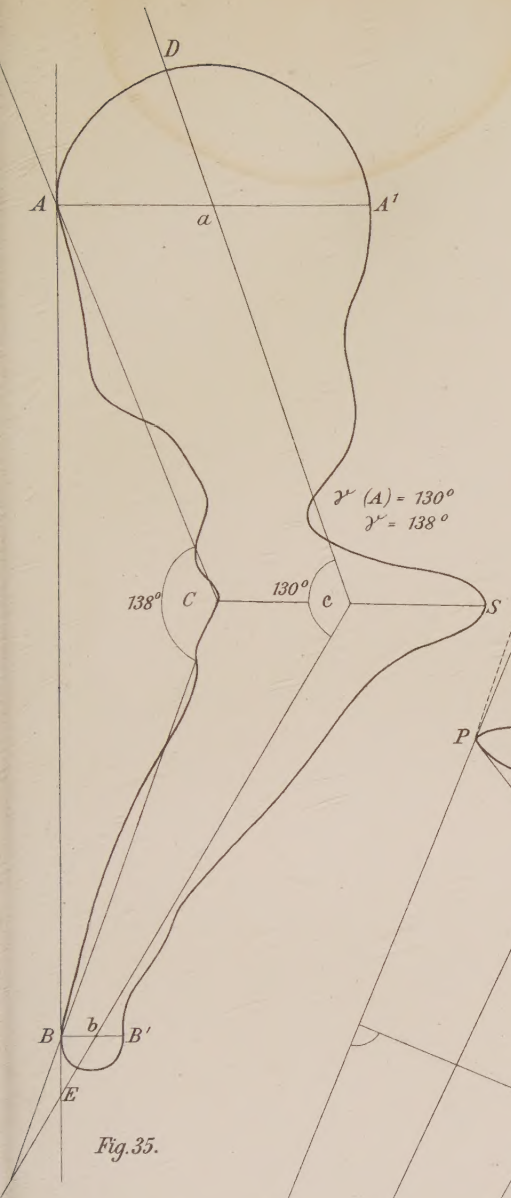


Fig. 35.

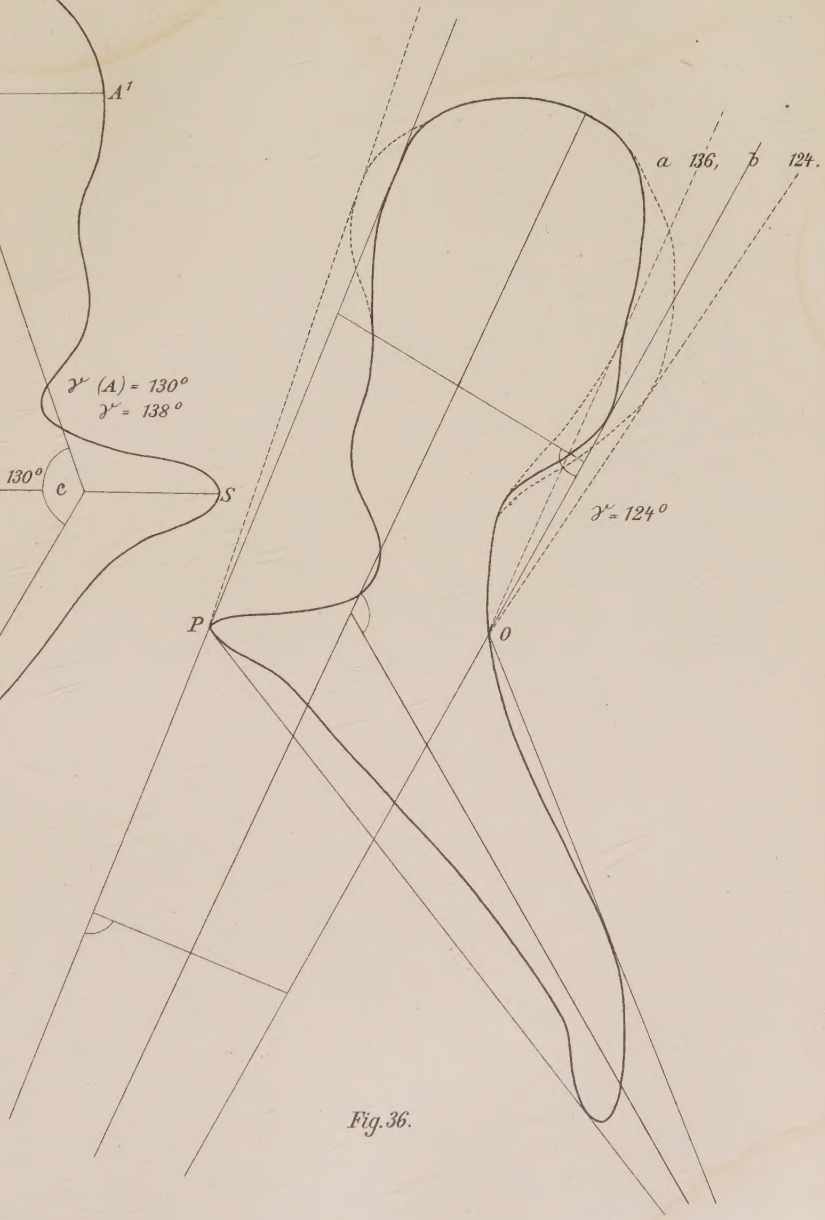
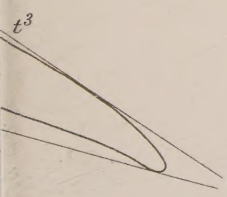


Fig. 36.



Lith. Anstalt v. C. Kirst & Cie Leipzig